

Biocelebes, Agustus, 2018

Volume 12 Nomor 2

## FORMULASI SUBSTRAT DASAR KOTORAN AYAM DAN LIMBAH CAIR TEMPE DENGAN INOKULUM RUMEN SAPI UNTUK STUDI AWAL PRODUKSI BIOGAS

Nurhayati N. Mangopo<sup>1)</sup>, Umrah<sup>1)\*</sup>, dan Kasman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako, Tondo Palu, Sulawesi Tengah 94117

<sup>2)</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako, Tondo Palu, Sulawesi Tengah 94117

)\* [umrah.mangonrang62@gmail.com](mailto:umrah.mangonrang62@gmail.com)

### ABSTRACT

Production of biogas using the basic substrate of tempeh's liquid waste and chicken's waste with the bacteria inoculum of cow's rumen has been experimentally conducted. This study aims to produce biogas using the substrate with the bacteria inoculum of cow's rumen and know the optimal mixture ratio of the basic substrate and the inoculum. In this study, the amounts of basic substrate applied were 500 g chicken's waste and 500 mL liquid waste of tempeh. The study was designed using Complete Random Design comprising 6 treatments with 3 times repetitions, respectively. The treatments tested were P<sub>0</sub> (100% basic substrate), P<sub>1</sub> (80% basic substrate + 20% inoculum), P<sub>2</sub> (60% basic substrate + 40% inoculum), P<sub>3</sub> (40% basic substrate + 60% inoculum), P<sub>4</sub> (20% basic substrate + 80% inoculum), P<sub>5</sub> (100% inoculum). These treatments were fermented with anaerob bacteria for 10 days in the fermentor 1000 mL mounted with the biogas collecting balloon. Variables observed in this study were the measurements of biogas volume, culture medium pH, and biogas burning temperature, and the testing of biogas flame colour. As result of observation, unlike P<sub>5</sub>, the examined treatments of P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> and P<sub>4</sub> could able to produce biogas with the respectively produced volume of 53,6 cm<sup>3</sup>, 56,7 cm<sup>3</sup>, 30,0 cm<sup>3</sup>, 90,0 cm<sup>3</sup> and 73,3 cm<sup>3</sup>. While, the measured values of culture medium pH and biogas burning temperature were 6,23-6,63 and 152°C with the flame of red colour. This study shows that the optimal mixture ratio of the basic substrate and the inoculum for producing biogas is 2:3, and the produced biogas is potential to be used as an alternative energy.

Keywords: Biogas, Chicken's waste, Liquid waste of tempeh, Cow's rumen.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya sumberdaya energi, baik energi yang bersifat *unrenewable resources* maupun yang bersifat *renewable resources*. Eksplorasi sumberdaya energi lebih banyak difokuskan pada energi fosil yang bersifat *unrenewable resources*. Sedangkan energi yang bersifat *renewable* relatif belum banyak dimanfaatkan. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan energi fosil, khususnya minyak mentah, semakin langka yang menyebabkan Indonesia saat ini menjadi negara importir minyak dan produk-produk turunannya (Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral, 2009).

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah diatas adalah dengan pengembangan energi terbarukan. Salah satu dari sumber energi terbarukan adalah produksi biogas, yang juga memberikan kontribusi pada penurunan emisi gas rumah kaca dan pemeliharaan lingkungan dari sisi pemanfaatan limbah pertanian/ peternakan.

Biogas merupakan sumber *renewal energy* yang mampu menyumbangkan andil dalam usaha memenuhi kebutuhan bahan bakar. Biogas dapat di produksi dari berbagai sumber bahan baku termasuk limbah peternakan, limbah pertanian dan limbah industri. Limbah peternakan merupakan sisa buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan seperti usaha pemeliharaan ternak dan rumah potong hewan. Limbah tersebut meliputi limbah padat berupa kotoran dan limbah cair berupa urin (Widodo, 2006).

Kotoran ternak mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium yang merupakan nutrient utama untuk bahan pengisi biogas (Luthfianto dkk, 2012).

Kotoran ternak yang dapat digunakan sebagai media penghasil biogas diantaranya adalah kotoran ayam yang termasuk dalam limbah padat. Kotoran ayam umumnya bercampur dengan sisa pakan berupa selulosa yang belum tercerna secara sempurna. Selain

itu di dalam kotoran tersebut juga mengandung bahan organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak (Luthfianto dkk, 2012).

Limbah cair tempe (LCT) termasuk salah satu limbah industri yang mempunyai potensi sebagai media tumbuh untuk kultur mikroba, dalam proses produksi biogas. Limbah cair tempe mengandung karbohidrat, protein dan lemak. Seiring perkembangan industri tempe diikuti produksi LCT yang melimpah, menyebabkan pencemaran lingkungan karena belum dimanfaatkan.

Selain substrat dasar, untuk menghasilkan biogas dibutuhkan penambahan inokulum. Pemilihan inokulum yang baik sangat penting untuk mempercepat proses penguraian bahan organik. Cairan rumen dapat dijadikan sebagai sumber inokulum yang baik karena mengandung bakteri selulolitik dan metanogenik. Bakteri selulolitik mendegradasi bahan organik yang akan menjadi substrat bakteri metanogenik. Hal ini sesuai dengan penelitian Gamayanti (2011) yang

membuktikan penambahan cairan rumen sapi dapat memaksimalkan produksi biogas yaitu 119,36 ml dibandingkan tanpa diberi cairan rumen yaitu 91,15 ml.

Ketiga komponen limbah tersebut memerlukan penelitian untuk pengembangannya sebagai substrat dasar dan sumber inokulum dalam proses produksi biogas.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2016 di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Tadulako Palu.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain wadah fermentor, gelas ukur, pH meter, *thermosensor*, ember, corong, batang pengaduk, gelas beaker, erlenmeyer, autoklaf, korek api, kamera digital, *hand sprayer*, dan alat tulis-menulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kotoran

ayam, limbah cair tempe, cairan rumen sapi, balon, karet gelang, lakban, pipa/selang, label, alkohol 70%, plastik tahan panas, *handscoon*, aquades, *tissue* dan lap kasar.

### **Rancangan Penelitian**

Metode yang digunakan yaitu eksperimental, yang didesain dengan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Susunan perlakuan terdiri dari P<sub>0</sub> (100% Substrat dasar, tanpa inokulum), P<sub>1</sub> (80% Substrat dasar + 20%inokulum), P<sub>2</sub> (60% Substrat dasar + 40%inokulum), P<sub>3</sub> (40% Substrat dasar + 60%inokulum), P<sub>4</sub> (20% Substrat dasar + 80%inokulum), dan P<sub>5</sub> (100% Inokulum, tanpa substrat dasar).

Ket : Substrat dasar adalah perbandingan antara limbah cair tempe (LCT) dengan kotoran ayam (1:1)

### **Prosedur Penelitian**

#### **a. Tahap Persiapan**

Bahan limbah cair tempe diperoleh dari pabrik tempe yang

berada di Jalan Jambu Kecamatan Palu Barat, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Waktu pengambilan limbah adalah pada pagi hari, setelah proses produksi. Isi rumen sapi diambil dari rumah pemotongan hewan (RPH) di Kelurahan Tavanjuka, Kecamatan Tatanga, Kota Palu, Sulawesi Tengah, dan kotoran ayam diambil dari peternakan ayam di Kelurahan Tondo, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Ketiga bahan dimasukkan dalam galon steril.

#### **b. Tahap Pelaksanaan**

Dilakukan pembuatan media fermentasi, pH substrat diukur dan substrat dimasukkan ke dalam wadah fermentor. Kemudian disterilkan di dalam autoklaf dengan suhu 121<sup>0</sup>C selama 10 menit, dengan tekanan 2 atm. Setelah media fermentasi siap, lalu dilakukan proses inkubasi. Inokulum yang berupa cairan rumen sapi dimasukkan ke dalam media

fermentasi sesuai dengan rancangan perlakuan. Selanjutnya wadah fermentor dipasang balon yang telah disambungkan dengan selang/pipa. Balon kemudian dikedapkan dengan karet gelang, lalu fermentor diinkubasi pada suhu ruang selama 10 hari.

### c. Tahap Pengamatan

Masa pengamatan dilakukan bersamaan dengan masa inkubasi, yaitu selama 10 hari

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

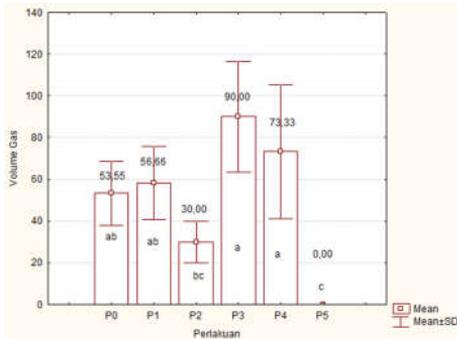
#### Volume Biogas

Biogas yang terbentuk selama masa fermentasi ditandai dengan balon yang pada awalnya kempes menjadi mengembang. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap perlakuan yang diujikan menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan dapat mengembangkan balon atau dengan kata lain tidak semua perlakuan dapat menghasilkan

biogas. Perlakuan yang dapat menghasilkan biogas adalah perlakuan P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, dan P<sub>4</sub>, dengan volume biogas yang dihasilkan berturut-turut adalah 53,55 cm<sup>3</sup>, 56,66 cm<sup>3</sup>, 30,00 cm<sup>3</sup>, 90,00 cm<sup>3</sup>, dan 73,33 cm<sup>3</sup>. Berdasarkan Gambar 1, perlakuan yang menghasilkan volume biogas tertinggi adalah perlakuan P<sub>3</sub> (40% substrat dasar + 60% inokulum), yaitu sebesar 90,00 cm<sup>3</sup>. Sementara itu, perlakuan yang tidak menghasilkan biogas yaitu perlakuan P<sub>5</sub>.

### Uji Nyala

Pengujian nyala api dilakukan untuk mengetahui apakah biogas yang dihasilkan selama proses fermentasi mengandung gas metana atau tidak. Dilakukan pengujian terhadap perlakuan yang menghasilkan biogas dan hasil yang diperoleh adalah perlakuan P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, dan P<sub>4</sub> menimbulkan nyala api yang berwarna merah ketika disulut pada sumber api.



Gambar 1. Grafik yang menunjukkan hubungan antara perlakuan dan volume gas yang dihasilkan



Gambar 2. Volume gas tertinggi (perlakuan P<sub>3</sub>) dengan rasio pencampuran substrat dasar 40% + inokulum 60%.

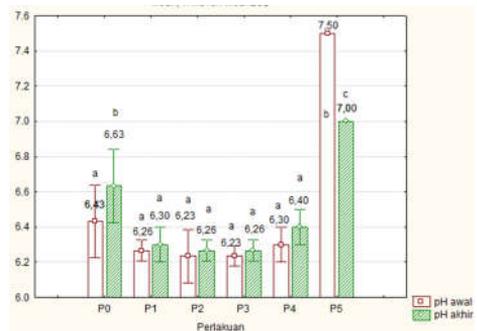
### Pengukuran Suhu

Dari hasil pengukuran suhu yang dilakukan bersamaan dengan uji nyala, diperoleh suhu biogas yaitu sebesar 152°C

untuk semua perlakuan yang diujikan.

### pH Kultur

Pengukuran pH terhadap keenam perlakuan dilakukan pada awal dan akhir masa inkubasi, tujuannya yaitu untuk mengetahui kisaran pH yang dibutuhkan bakteri yang ada pada kultur untuk hidup dan tumbuh sehingga dapat menghasilkan biogas. Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa pH kultur pada awal maupun akhir masa inkubasi berada pada kisaran pH 6,23 - 7,5.



Gambar 3. pH kultur pada awal dan akhir masa inkubasi

## **Pembahasan**

### **Volume Gas**

Berdasarkan hasil penelitian terbentuknya biogas, terlihat bahwa tidak semua perlakuan menunjukkan kemampuan menghasilkan biogas. Perlakuan yang mampu menghasilkan biogas adalah perlakuan P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, dan P<sub>4</sub>. Dari hasil analisis data, diperoleh rata-rata volume gas berturut-turut adalah 53,55 cm<sup>3</sup>, 56,66 cm<sup>3</sup> dan 30,00 cm<sup>3</sup>, 90,00 cm<sup>3</sup>, dan 73,33 cm<sup>3</sup>. Perlakuan P<sub>3</sub> menunjukkan pembentukan volume biogas tertinggi, yang memiliki rasio pencampuran 40% : 60% (substrat dasar : inokulum). Hasil ini menunjukkan bahwa komposisi antara substrat dasar dan inokulum tersebut merupakan yang terbaik untuk menghasilkan biogas. Rasio pencampuran 40% substrat dasar dan 60% inokulum ini adalah kombinasi yang seimbang, karena kandungan bahan organik dalam substrat

mampu diuraikan oleh inokulum sehingga hasil fermentasi yang dihasilkan cukup tinggi. Volume biogas tertinggi kedua dihasilkan dari perlakuan P<sub>4</sub> dengan rata-rata volume gas 73,33 cm<sup>3</sup>, yang memiliki rasio pencampuran 20% substrat dasar dan 80% inokulum. Volume biogas tertinggi ketiga diperoleh dari perlakuan P<sub>1</sub> yang memiliki rasio pencampuran 80% substrat dasar dan 20% inokulum dengan rata-rata volume gas yang dihasilkan 56,66 cm<sup>3</sup>. Selanjutnya volume biogas tertinggi keempat diperoleh dari perlakuan P<sub>0</sub> yang merupakan 100% substrat dasar dengan rata-rata volume gas yang dihasilkan 53,55 cm<sup>3</sup>. Volume biogas tertinggi kelima diperoleh dari perlakuan P<sub>2</sub> yang memiliki rasio pencampuran 60% substrat dasar dan 40% inokulum dengan rata-rata volume gas yang dihasilkan 30,00 cm<sup>3</sup>. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan rumen, dengan

konsentrasi yang berbeda tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata antara perlakuan P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, dan P<sub>4</sub>. Hal ini disebabkan dalam penelitian penggunaan substrat dasar kotoran ayam tidak dalam kondisi segar. Hal tersebut dapat mempengaruhi produksi biogas. Menurut Wati dkk (2014), kotoran dalam kondisi segar lebih mudah diproses atau dicerna oleh mikroorganisme yang berperan dalam produksi biogas dibandingkan dengan kotoran yang lama atau dikeringkan, disebabkan karena hilangnya substrat volatil solid selama waktu pengeringan.

Sementara itu, perlakuan yang tidak menunjukkan kemampuan pembentukan biogas adalah perlakuan P<sub>5</sub>. Perlakuan P<sub>5</sub> tidak menunjukkan adanya pembentukan gas yang dapat mengisi balon, hal ini dikarenakan pada perlakuan P<sub>5</sub>, hanya tersedia inokulum saja tanpa adanya substrat sehingga tidak tersedia bahan organik

yang akan didegradasi oleh bakteri sehingga tidak bisa menghasilkan gas.

### **Uji Nyala**

Biogas yang dihasilkan mengandung gas metan yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar, dilakukan uji nyala. Dari keenam perlakuan yang diujikan semuanya mengandung gas metan, karena ketika disulutkan dengan sumber api menimbulkan nyala api berwarna merah. Hasil yang diperoleh dari semua perlakuan menunjukkan gas yang dihasilkan mengandung gas metan dalam kadar yang sedikit, sebab ketika disulutkan dengan sumber api menimbulkan nyala api berwarna merah. Menurut Gamayanti (2011), energi biogas menjadi mudah terbakar jika memiliki kandungan gas metana lebih dari 50%. Kadar metana yang rendah salah satunya dipengaruhi oleh oksigen yang terdapat dalam fermentor. Fermentor yang digunakan pada

penelitian ini yaitu fermentor dengan kapasitas volume 1000 ml. Pada saat pengisian bahan isian berupa substrat dasar dan inokulum, fermentor tidak diisi penuh. Hal ini dilakukan karena jika fermentor diisi penuh akan membuat bahan isian keluar tertumpah, sehingga masih terdapat oksigen didalam fermentor hal ini dapat mempengaruhi proses pertumbuhan mikroorganisme, yang seharusnya tumbuh dalam kondisi anaerob. Selain kadar oksigen yang terdapat dalam fermentor senyawa oksigen juga dihasilkan dari bakteri-bakteri dalam komposisi masukan yaitu substrat dasar dan inokulum yang menghasilkan senyawa samping atau produk samping berupa gas oksigen. Selain kadar oksigen, kadar  $N_2$  yang terdapat dalam biogas juga sangat mempengaruhi pembentukan kadar metan dalam biogas. Jika kadar  $O_2$  dan  $N_2$  tinggi maka kadar metan akan rendah.

### **Pengukuran Suhu**

Pengukuran suhu gas dilakukan secara bersamaan dengan uji nyala. Untuk mengetahui suhu gas yang dihasilkan diukur dengan menggunakan alat *thermosensor*. Suhu gas yang diperoleh dari semua perlakuan adalah  $152^{\circ}C$ . Suhu gas yang dihasilkan berhubungan dengan nilai kalor. Semakin tinggi suhu gas yang dihasilkan, maka nilai kalornya pun semakin tinggi. Menurut Fachry, dkk (2004), nilai kalor dipengaruhi oleh komposisi gas. Semakin tinggi kandungan  $CH_4$  maka nilai kalor juga meningkat, sebaliknya semakin tinggi kandungan  $CO_2$  maka nilai kalor akan menurun.

### **pH Kultur**

Pengukuran pH terhadap keenam perlakuan dilakukan pada awal dan akhir masa inkubasi, tujuannya yaitu untuk mengetahui kisaran pH yang dibutuhkan bakteri yang ada

pada kultur untuk hidup dan tumbuh sehingga dapat menghasilkan biogas. pH awal kultur diukur sebelum dilakukannya proses fermentasi dan dibiarkan sebagaimana pH alaminya tanpa ada penambahan bahan kimia. Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa pH kultur pada awal maupun akhir masa inkubasi berada pada kisaran pH 6,23-7,5.

Berdasarkan analisis pH awal dan pH akhir, untuk pH awal menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Perlakuan P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, dan P<sub>4</sub> berada sama pada notasi a, berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>5</sub> yang berada pada notasi b. Analisis pH akhir, menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Perlakuan P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> dan P<sub>4</sub> berada sama pada notasi a, berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>0</sub> yang berada pada notasi b, dan P<sub>5</sub> pada notasi c. Hal ini menunjukkan bahwa pH awal sebelum dilakukannya

fermentasi adalah sama pada kisaran 6–7,5, yaitu 6,43 pada P<sub>0</sub>, 6,26 pada P<sub>1</sub>, 6,23 pada P<sub>2</sub>, 6,23 pada P<sub>3</sub>, 6,30 pada P<sub>4</sub> dan 7,5 pada P<sub>5</sub>. Sementara itu setelah terjadinya fermentasi, pH mengalami peningkatan untuk menjadi 6,63 pada P<sub>0</sub>, 6,30 pada P<sub>1</sub>, 6,26 pada P<sub>2</sub>, 6,26 pada P<sub>3</sub>, 6,40 pada P<sub>4</sub> dan menurun menjadi 7,0 pada P<sub>5</sub>. Hal ini sesuai dengan literatur (Seadi *et al.*, 2008) menyatakan bahwa pembentukan gas metan berkisar antara pH 5,5-8,5.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data maka dapat disimpulkan bahwa biogas dapat diproduksi melalui penggunaan substrat dasar limbah cair tempe dan kotoran ayam dengan inokulum bakteri dari rumen sapi, namun tidak semua perlakuan dapat menunjukkan pembentukan biogas. Adapun rasio campuran substrat dasar dan inokulum yang paling optimal dalam menghasilkan biogas adalah rasio 40% substrat

dasar + 60% inokulum (perlakuan P<sub>3</sub>), yang menghasilkan volume biogas tertinggi yaitu 90 cm<sup>3</sup>.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya agar penggunaan bahan isian pembuatan biogas baik itu substrat maupun inokulum, sebaiknya digunakan dalam kondisi yang segar.

### DAFTAR PUSTAKA

Fachry Rasyidi H.A., Rinenda dan Gustiawan, 2004, Penentuan Nilai Kalorifik Yang Dihasilkan Dari Proses Pembentukan Biogas, *Tekhnik Kimia*, 5 (2) : 7-11.

Gamayanti K. N., 2011, Pengaruh Penggunaan Limbah Cairan Rumen dan Lumpur Gambut Sebagai Starter dalam Proses Fermentasi Metanogenik, Thesis, Fakultas Pendidikan, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009, *Handbook of energy and Economic Statistic of*

*Indonesia*, Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry Energy and Mineral Resources, Jakarta.

Luthfianto D., Mahajoeno E., Sunarto, 2012, Pengaruh Macam Limbah Organik dan Pengenceran Terhadap Produksi Biogas Dari Bahan Biomassa Limbah Peternakan Ayam. *Bioteknologi*, 9 (1): 18-25

Seadi, T. Al., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., and Janssen, R. (2008). *Biogas Handbook*. University of Southern Denmark: Esbjerg, Denmark.

Wati, L., Ahda, Y., Handayani, D. (2014). Pengaruh Volume Cairan Rumen Sapi terhadap Berbagai Feses dalam Menghasilkan Biogas. *Sainstek*, VI (1), 43-51.

Widodo, (2006). Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak. *Enjiniring Pertanian*, 4 (1), 1-52.